

習得の度合と過程を把握するためのプログラミング学習カルテ

The Programming Learning Journal to Grasp Student Understanding Level and Learning Process

田口 浩†
Hiroshi Taguchi原田 史子†
Fumiko Harada島川 博光†
Hiromitsu Shimakawa

1. はじめに

社会の急速な情報化を支える情報技術者を大量に育成するため、大学の情報系学科では情報技術者に必須のプログラミング技術の教育に注力している。しかしながら、カリキュラムが終了した時点で相当数の学生が教員の期待するレベルに達していないことが多い。その原因として、教育現場では1名の教員が担当する学生数が多く、習得が進まない学習者に対するフォローアップを十分に行えていないことが挙げられる。このような事態を防ぐためには、教員が習得に苦しむ学習者を中心として個別に最適な指導を行えるように、個々の学習者の学習状況を的確かつ容易に把握できる仕組みが必要である。

本論文では、個々の学習者の習得の度合と過程を明らかにするプログラミング学習カルテのモデルと、それに基づいて教員の指導を支援する手法を提案する。本モデルでは、学習開始からの経過時間ではなく、習得に向けた取り組み量を基準として習得過程を定量的に表現するので、学習者間で習得過程を正確に比較できる。

2. プログラミング技法の学習と習得

2.1 C言語プログラミング教育

情報技術者を目指す学習者の多くが最初のプログラミング言語としてC言語を学ぶ。学習者はまず、C言語特有の概念や文法を一通り学習し、その後それらを組み合わせる一般的なデータ構造やアルゴリズムを実現するための技法を学ぶ。本論文では、前者を基礎的技法、後者を一般的技法と呼ぶ。両者の学習内容はそれぞれいくつかの単元に大きく分けられる。さらに、各単元の学習内容は複数の学習項目に分割できる。

大学では、プログラミングを教える科目として、講義科目と演習科目が同時期に連動して開講されるのが一般的である。講義では教員が全受講者に向けて一斉に説明を行うのに対し、演習では教員が各々の学習者の状況に応じて適宜個別指導を行う。このとき、教員が学習者のそれまでの学習状況を把握できておらず、適切な指導にたどり着くまでに時間を要することがしばしばある。

2.2 プログラミング技法の習得過程

学習者が新たに学んだ技法を習得するまでに要する時間は学習者ごと、技法ごとに異なる。我々は、学習者が個々の技法を習得するさいは、徐々に習得するのではなく、特定の事象により理解が大きく促進されて習得すると考えている。我々はそのような事象を理解の契機と呼んでいる [1]。それゆえ、習得の度合を細かい数値で表現しても有効活用できないと考えられる。

また、各々のプログラミング技法は独立しているわけではなく、それぞれが複雑に絡み合っている。例えば、

それまで全く習得できなかった技法が、別の技法を習得したことによって習得できることがある。このように、プログラミング技法の習得プロセスについては明らかになっていない部分が多く、効果的な教育支援の実現に向けてその解明が求められている。そのためには、学習者の習得過程を記録して分析する仕組みが必要となる。

3. プログラミング学習カルテによる教育支援

3.1 個人別学習カルテの作成

学習者の習得過程を把握するためには、学習の内容とその成果をつぶさに記録し、学習期間中の任意の時点における習得状況を明らかにできなければならない。そこで、学習者ごとに学習内容と習得度合を時系列に記録したプログラミング学習カルテを作成することを考える。

本手法は大学でのC言語プログラミング教育を対象とし、図1に示すように、講義や演習における学習内容を示すデータを取得する。講義では、教員が使用した講義スライドの内容と、その1枚1枚に対する学習者の反応を取得する。一方、演習では、出題された演習課題の内容とその評価結果を取得する。各演習課題には、学習者が作成したソースコードを評価するための評価観点を10~20個ずつ設ける。また、各々のスライドと評価観点には関連する学習項目を教員が設定しておく。これにより、講義での学習内容と演習での学習内容を対応付けられる。さらに、演習中に行われた個別指導についても、どの学習項目に関する指導であるかを取得する。なお、指導内容そのものを記録する手法も検討している [2]。

学習者の習得度合は、演習課題の評価結果に基づいて学習項目ごとに「まだまだ」、「もうすぐ」、「習得」の3段階で表現する。ある学習項目について、それが複数の演習課題において連続して実現できていれば習得できている可能性が高い。それゆえ、習得できていると判断する

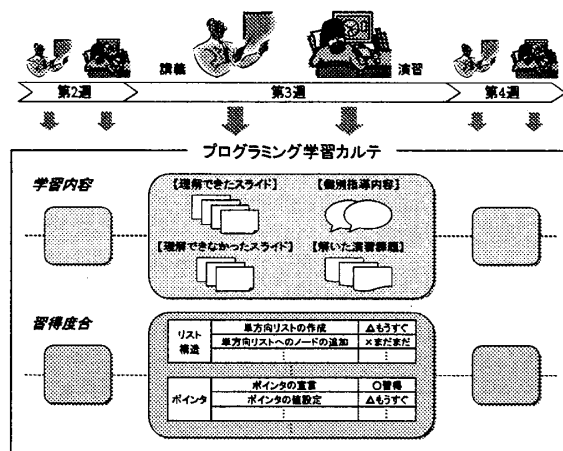


図1: プログラミング学習カルテの作成

†立命館大学大学院理工学研究科

‡立命館大学情報理工学部

連続実現課題数 n を決めておき、学習者がそれまでに解いた当該学習項目が含まれる演習課題の中で、直前の n 題の評価結果に着目する。 n 題のうち、すべてにおいて実現できていれば「習得」、半数以上で実現できていれば「もうすぐ」、半数未満であれば「まだまだ」とする。

以上の情報をまとめたプログラミング学習カルテを作成することで、教員は個々の学習者の習得の度合と過程を的確かつ容易に把握でき、適切な指導を行える。

3.2 エフォートスコア

大学のプログラミング科目は毎年ほぼ同じ内容で開講されるが、各学習項目の教授順序や授業の進行速度は年度によって変わることがある。また、授業は全学習者に対して同じペースで進められるが、すべての学習者がそのペースで学習しているとは限らない。そのため、学習開始からの経過時間を尺度として学習者間で習得過程を比較できない。そこで我々は、エフォートスコアという新しい指標を導入して習得過程を定量的に表現する。

エフォートスコアは、学習項目ごとにその習得に向けた学習取り組み量を表す指標であり、各自の取り組みを示すデータに基づいて求める。具体的には、学習者がそれまでに、講義で何らかの反応を示したスライド数、演習において教員に個別指導を受けた回数、および、解いた演習課題数にそれぞれの重み係数を乗じて加算した値をその時点でのエフォートスコアとする。エフォートスコアが途中で減算されることはない。

エフォートスコアの増加に伴う習得度合の変化を明らかにすることで、過年度を含めたすべての学習者の習得過程を同じ基準で表現できる。これにより、学習者間で習得過程を容易に比較することが可能となる。

3.3 学習カルテに基づく指導支援情報の提供

学習カルテから明らかになる習得過程を分析することで、教員が指導時に役立つ情報を提供できる。

ある学習項目の習得が進まない学習者については、学習カルテからその原因を突き止められる。まず、図2に示すように、当該学習項目のエフォートスコアの増加度合に着目し、あまり増加していなければ、積極的に学習に取り組んでいないことが原因であると考えられる。一方、エフォートスコアが増加し続けているにもかかわらず習得度合が向上していない場合は別の原因が考えられる。このような状況は一般的技法の学習においてよく見られる。一般的技法の実現のためには、用いる個々の基礎的技法を深く理解し、それらを有機的に結合させなければならない。それゆえ、現在学習している技法の実現に必要な基礎的技法の習得度合を確認することで原因を追究できる。学習カルテではそれらも併せて参照できるので、教員は習得できない原因を推定し、それまでの学習内容を確認したうえで適切な指導を行える。

過去の学習者群の学習カルテを俯瞰的に分析することでも、指導に有用な情報を得ることができる。過去の学習者群の学習カルテから、各学習項目を習得した時点、および、エフォートスコアが増加しなくなった時点のエフォートスコアの統計を用いると、習得に苦しんでいる学習者を見つけられる。そのような学習者を優先して指導することで、意欲喪失を未然に防げる。さらに、学習項目ごとに習得済みの学習者群の学習カルテから、理解

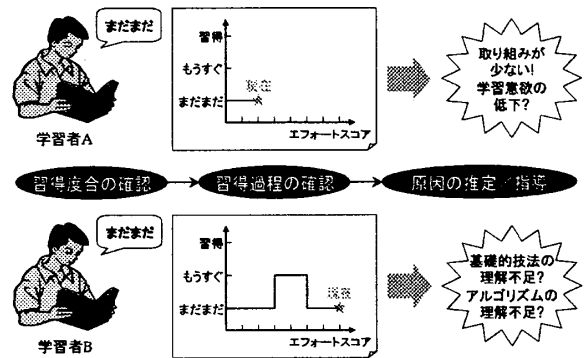


図2: 学習カルテを活用した指導

の契機となる事象を抽出できる。特にエフォートスコアが低い時点で習得できた学習者群の学習カルテから共通する学習内容を抽出すれば、それが初習者に対して有効な理解の契機である可能性が高い。ゆえに、それを学習者に与えるような指導を行うことで、効果的に習得を促進できる。このように、プログラミング学習カルテは個々の学習者の学習履歴や習得度合を確認するためだけでなく、指導の方法や内容を改善するためにも活用できる。

4. 関連研究

これまでもプログラミング教育を対象として、個々の学習者の学習履歴を収集して活用するシステム [3] や、学習履歴の中の失敗情報を利用して習得を促す手法 [4] が提案されている。これらの手法では、学習者が作成したソースコードと、そのコンパイル結果および実行結果のみから学習状況の把握を試みている。そのため、文法などの単純な原因で行き詰まっている学習者に対する支援を実施できる。しかし、プログラムで実現する処理の内容を理解できていないために行き詰まっている学習者には効果的な対処が困難である。本手法では、学習項目ごとの習得過程を、すべての学習者について同じ基準で定量的に表現することで、一般的技法の学習についても効果的な指導支援情報を導き出して教員に提供する。

5. おわりに

本論文では、プログラミング教育における教員の指導を支援することを目的とした、プログラミング学習カルテのモデルとその活用法を提案した。

今後は、本論文で述べた内容を実現する学習カルテシステムを構築し、有効性の検証を行う予定である。

参考文献

- [1] 田口浩, 糸賀裕弥, 山本哲男, 高田秀志, 島川博光, “プログラミング演習評価と講義反応を連携させた理解の契機の抽出,” 信学論, vol. J91-D, no. 2, pp. 345-357, Feb. 2008.
- [2] 岡本悠紀, 樋口賢治, 田口浩, 原田史子, 島川博光, “動きある図式を用いたプログラミング指導の記録・再現とその指導情報の抽出,” FIT2008 講演論文集, Sept. 2008.
- [3] 長慎也, 寛捷彦, “proGrep - プログラミング学習履歴検索システム,” 情処学コンピュータと教育研報, vol. 2005, no. 15, pp. 29-36, Feb. 2005.
- [4] 知見邦彦, 樫山淳雄, 宮寺庸造, “失敗知識を利用したプログラミング学習環境の構築,” 信学論, vol. J88-D-I, no. 1, pp. 66-75, Jan. 2005.